

B2

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-027358

(43)Date of publication of application : 27.02.1980

(51)Int.Cl.

C10G 11/00

(21)Application number : 53-100646

(71)Applicant : OOTA GAS KK  
FUJI DENKI KEISO KK

(22)Date of filing : 18.08.1978

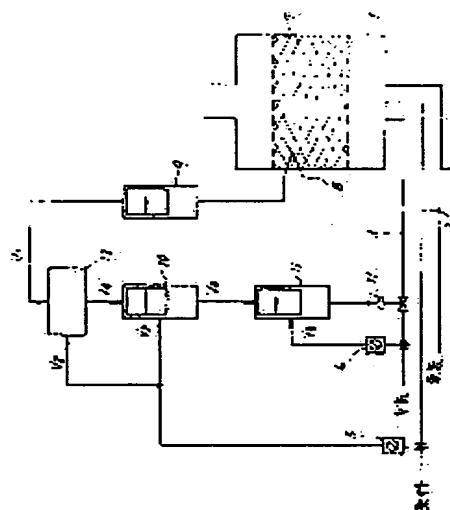
(72)Inventor : FUKUSHIMA TOMOKATSU  
UEDA KOSAKU  
TAKAHASHI AKIRA  
TOKIZAWA MIYOJI

## (54) TEMPERATURE CONTROL OF PARTIAL COMBUSTION GAS REFORMER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To control the air flow rate following the variation in the feed flow rate accurately and rapidly, by changing the ratio set value according to the catalyst temperature and feed flow rate.

CONSTITUTION: The output signals V1 and V2 of the temperature controller 9 and the feed flow rate transmitter 5 are input to the arithmetic unit 13 before the air ratio setter 10, and the output is given to the setter 10 as a ratio set value of the ratio operational expression to perform the ratio operation. The correct air flow rate for maintaining the temperature of the catalyst layer 7 in the gas reformer 1 at a given value is determined according to the variation in the feed flow rate V2, and given to the air flow rate controller 11 as a preset value V0 and compared with the actual air flow rate V3. The valve 12 is closed and opened to make the air flow rate V3 equal to the air preset value to supply air to the reformer 1 at the correct air flow rate corresponding to the variation in the flow rate V2 via the air conduit 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—27358

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 10 G 11/00

識別記号

庁内整理番号  
6794—4H

⑯ 公開 昭和55年(1980)2月27日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

## ⑭ 部分燃焼式ガス改質炉の温度制御方法

⑰ 特 願 昭53—100646

⑰ 出 願 昭53(1978)8月18日

⑰ 発 明 者 福島知克  
別府市上田の湯9の22⑰ 発 明 者 上田耕作  
別府市春木1の3⑰ 発 明 者 高橋章  
東京都港区高輪2丁目20番36号

富士電機計装株式会社内

⑰ 発 明 者 錫澤巳代治

東京都港区高輪2丁目20番36号

富士電機計装株式会社内

⑰ 出 願 人 大分瓦斯株式会社  
別府市北的ヶ浜町5番25号⑰ 出 願 人 富士電機計装株式会社  
東京都港区高輪2丁目20番36号

⑰ 代 理 人 弁理士 山口巖

## 明 細 書

1. 発明の名称 部分燃焼式ガス改質炉の温度制御方法

## 2. 特許請求の範囲

1) 原料の一部を空気により燃焼させて触媒を加熱すると共にこの触媒の作用のもとに原料の残りを蒸気と反応させて所望のガスを製造する部分燃焼式ガス改質炉に供給される原料流量の変動に応じて空気流量を比率制御し、かつその比率設定値を触媒温度の変動に応じて変えるようにした温度制御方法において、前記比率設定値を、前記触媒温度のほかに、前記原料流量の変動に応じて変えることができるようにしたことを特徴とする部分燃焼式ガス改質炉の温度制御方法。

2) 特許請求の範囲第1項に記載の温度制御方法において、比率設定値は原料流量とガス改質炉の温度制御を行なうための温度調節計の出力信号とで表わされる所定の演算式に基づいて算出されることを特徴とする部分燃焼式ガス改質炉の温度制御方法。

3) 特許請求の範囲第2項に記載の温度制御方法において、比率設定値(K)は次の演算式

$$K = B - K' \cdot \alpha + K_1$$

$$K' = k_1 V_1 \quad K_1 = a (V_1 - B_1)$$

但し、K'：理論比率設定値、K<sub>1</sub>：修正比率設定値、V<sub>1</sub>：原料流量、

B, B<sub>1</sub>, k<sub>1</sub>：定数、a：比率修正範囲にて算出されることを特徴とする部分燃焼式ガス改質炉の温度制御方法。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は部分燃焼式ガス改質炉の温度制御方法に関する。

石油系ガスおよびナフサから都市ガスを製造する方法として部分燃焼式がある。この部分燃焼式ガス製造方法とは、触媒を有するガス改質炉内に原料(石油系ガスおよびナフサ)、空気および蒸気を供給し、一方では供給された原料の一部を空気により燃焼させて触媒を所定温度に加熱するようにし、他方ではその触媒の作用のもとに残りの原料を蒸気と反応させて分解し、都市ガスを生成

するという方法である。このような部分燃焼式ガス改質炉においては、安定した連続操作が出来ることと生成ガスの組成の変動が少ないことが最も重要であり、これを可能にするためには反応温度すなわち炉内触媒温度を一定に制御することが必要である。この反応温度の変動はガス変成効率、生成ガスの組成および触媒に悪影響を与えるカーボンの析出に関係し、そしてこの反応温度を変動させる因子としては、原料の流量およびカロリーなどの変動、この原料に対する空気流量の比率変動、原料に対する蒸気流量の比率変動、炉内圧力の変動および原料予熱温度の変動などがある。また、部分燃焼式は連続式であるが1日に1回スタートアップ、シャットダウンを行なうので、運転中の安定度を高めることは勿論であるが、スタートアップ時間の短縮が運転効率、作業効率を上げる上に大きく影響している。

このような部分燃焼式ガス改質炉の温度制御方法としては、従来一般的には、空気流量を制御して温度を制御するのであるが、原料流量と空気流

量と蒸気流量の比率制御を行ない、温度調節器の出力でその比率を修正するという比率・カスケード制御方法が採用されている。

第1図はこのような部分燃焼式ガス改質炉の温度制御装置の従来例を示す。この第1図において、1は触媒層7を有するガス改質炉であり、このガス改質炉1内には原料導管2、空気導管3および蒸気導管4を介して原料、空気および蒸気が供給されている。5は原料導管2内を流れる原料の流量 $V_1$ を測定し、発信する原料流量発信器、6は空気導管3内を流れる空気の流量 $V_2$ を測定し、発信する空気流量発信器である。8はガス改質炉1内の触媒層7の温度を測定する熱電対、9はこの熱電対8の出力電圧と温度設定電圧とを比較し、その偏差を発信する温度調節計である。10は、この温度調節計9の出力信号 $V_1$ および原料流量発信器5からの原料流量 $V_1$ とで所定の比率演算を行ない、その出力信号 $V_0$ を空気流量調節計11に空気流量設定値として与える比率設定器である。空気流量調節計11はこの空気流量設定値 $V_0$ と

空気流量発信器6からの空気流量 $V_2$ とを比較し、その偏差に基づいて空気導管3に配設された弁12を開閉する。

このガス改質炉1の従来の温度制御装置は次のように動作する。ここで、比率設定器10は次の比率演算式で示される比率演算を行なう。

$$V_0 = K(V_2 - B_1) + B_2 \quad (1)$$

$$K = K_0 + K_1 \quad (2)$$

$$K_1 = a(V_1 - B_3) \quad (3)$$

但し、 $V_0$  : 比率設定器10の出力(空気流量設定値)

$K$  : 比率設定値

$K_0$  : 理論比率値(一定)

$K_1$  : 修正比率設定値

$B_1, B_2, B_3$  : ベース電圧

$a$  : 比率修正範囲

しかし、第2図に示すように、今原料流量 $V_1$ が $V_{11}$ から $V_{12}$ に変化したとすると、比率設定器10により、第(1)式に基づいて、この原料流量 $V_{12}$ に対応した空気流量 $V_0$ すなわち $V_{02}$ が求められ、

この空気流量 $V_{02}$ が空気流量設定値として空気流量調節計11に与えられる。この空気流量調節計11は、その空気流量設定値 $V_{02}$ と実際の空気流量 $V_2$ とを比較し、その偏差に応じて、実際の空気流量 $V_2$ が空気流量設定値 $V_{02}$ に等しくなるように弁12を開閉制御する。一方、原料の組成などが変化し、そのカロリーも変化している場合には、改質炉1内の触媒温度は当然変化する。この温度変化は熱電対8により検出され、この熱電対出力は温度調節計9の温度設定電圧と比較される。その結果、温度調節計9の出力信号 $V_1$ が $V_{12}$ になったとすると、第(3)式の修正比率設定値 $K_1$ が $K_{12} = a(V_{12} - B_3)$ となり、それゆえ第(1)式の比率設定値 $K$ の修正が行なわれる。このようにして、原料流量 $V_1$ の変動に対して、改質炉1の触媒温度を設定温度に保持する最適な空気流量設定値 $V'_{02}$ が求められ、最終的には空気流量 $V_2$ が設定値 $V'_{02}$ になるように修正制御が行なわれる。

このような制御により、

(1) 原料流量の変動(供給圧の変動、負荷変更を

どによる。)

(2) 空気流量の変動(供給圧の変動による。)

などの外乱が除かれ、安定した温度制御ができる。

ところで、第1図の従来の制御装置においては、原料流量  $V_1$  と空気流量  $V_2$  との関係が第2図および第(1)式に示すような直線関係にあるという前提のもとに、空気流量の制御が行なわれている。

ところが、部分燃焼式ガス改質炉1においては、上述したように、同一炉内で、原料の一部と空気との燃焼による発熱反応と原料の残りと蒸気とのガス化反応による吸熱反応とが生じている。そこで、本発明者等が種々の研究と数々の実験を繰り返して行なつた結果、発熱反応による発熱量と吸熱反応による吸熱量との熱収支の関係が原料流量の変化に対して一定ではないことが判明した。すなわち換言すれば、ガス改質炉1の触媒温度を所定温度<sup>7</sup>  $T$  (たとえば温度  $t_1, t_2, t_3, \dots$ ) に一定保持するためには、原料流量と空気流量との関係は第3図に示すようにほぼ指数関数の関係が成り立っていないことが判明した。従って、

流量、すなわち原料流量と空気流量との比率を修正することのできる部分燃焼式ガス改質炉の温度制御方法を提供することを目的とする。

このような目的は、本発明によれば、上述した種類の温度制御方法において、比率設定値を、触媒温度のほかに、原料流量の変動に応じて変えるようにすることによって達成される。

本発明の技術的思想は次のような実験結果に基づいている。すなわち、第3図に示した原料流量-空気流量特性は、本発明者等の実験および研究によれば、触媒温度<sup>7</sup>  $T$  をパラメータとして、原料流量-(空気流量/原料流量)特性を求めると、第4図の如く右下がりの直線特性に書き換えることができることが判明した。従って、この第4図から理解できるように、原料流量の変化に対して、各原料流量に対応する(空気流量/原料流量)の値すなわち比率設定値を与えてやれば、燃焼反応に必要な空気量を正しく与えてやることことができる。

次に本発明の温度制御方法を図面に基づいて詳細に説明する。

このように原料流量-空気流量特性が実際には指数関数特性となっていないならばならないガス改質炉1に対して、原料流量-空気流量特性が第2図に示すような直線特性となる制御方法を適用しても、充分な応答速度を有する制御を行なうことはできない。

ところで、一般のカスケード制御においては、比率制御をする2つの流量の関係が直線関係にない場合には、近似直線にリニアライズして比率制御を行なっている。このような制御方法を部分燃焼式ガス改質炉に適用した場合には、実曲線と近似直線との差は1次調節計(温度調節計9)の入力変動として検出され、2次調節計(空気流量調節計11)の空気流量設定値の変更指令となり、修正制御がされる。ところが、この修正ループでは遅れが大きいので、発生ガス量の変更、プラント始動時など原料流量の変更時に温度変動が大きく、制御系が安定するまでに長時間を要する。

本発明は、このような点に鑑みてなされ、原料流量の変動に追従して、迅速にしかも正確に空気

第5図は本発明の温度制御方法を実施するための制御装置の一例である。この第5図において、第1図の各部分と同一の機能を有する部分には同一符号が付されている。この制御装置においては、比率設定器10の前段に、温度調節計9の出力信号  $V_1$  および原料流量発信器5の出力信号(原料流量)  $V_2$  を入力とする演算器13が接続されている。この演算器13は次の第(4)式で示される演算を行ない、その演算出力  $K'$  を比率設定器10に比率演算式の比率設定値として与える。

$$K' = B - K'_0 + K_1 \quad (4)$$

$$K'_0 = k_1 V_2 \quad (5)$$

[但し、 $B, k_1$  : 定数]

第6図に演算器13の出力特性図を示す。原料流量  $V_2$  が  $V_{21}$  から  $V_{22}$  に変化すると、(空気流量/原料流量)  $K'$  は第(4)式に基づいて  $E_1$  から  $E_2$  に迅速に変えられる。一方、上述したように、原料の組成なども変化し、そのカロリーも変化した場合には、温度調節計9の出力信号  $V_1$  も変わる。その結果、(空気流量/原料流量)  $K'$  は  $E_2$  から

最終的にはたとえば  $E'_2$  に修正され、原料流量  $V_2$  の変化  $\Delta V_2$  ( $=V_{2s}-V_{20}$ ) に対応した変化  $\Delta E$  ( $=E_1-E'_2$ ) を生ぜしめられ、正しい比率設定値に制御される。

この(空気流量/原料流量)  $K'$  は比率設定器10に比率設定値として与えられ、比率演算が行なわれる。この比率演算は第(1)式および第(2)式と同様に次の比率演算式に基づいて行なわれる。

$$V'_0 = K' (V_2 - B_1) + B_2 \quad (6)$$

その結果、ガス改質炉1の触媒温度を所定温度に保つために、原料流量  $V_2$  の変動に対応した正しい空気流量  $V'_0$  を求めることができる。この空気流量  $V'_0$  は空気流量設定値として空気流量調節計11に与えられ、実際の空気流量  $V_0$  と比較される。空気流量調節計11はこの空気流量  $V_0$  が空気流量設定値  $V'_0$  に等しくなるように弁12を開閉制御する。このようにして、改質炉1内には空気導管3を介して原料流量  $V_2$  の変動に対応した正しい空気流量  $V'_0$  が迅速に供給されるようになる。

以上に説明したように、本発明によれば、原料流量の変化に対応した比率の修正を比率カスケード制御の応答の早い部分で行なうため(すなわち、原料流量の変化に対応しても比率の修正を行なうため)、原料流量の変動が一次ループへ影響するのを除去することができ、発生ガス量の変更、プラント始動時などに応答の早い制御ができるようになった。このことは、特に部分燃焼式のように、スタートアップ、シャットダウンが多く繰り返えられるプラントにおいては運転効率の向上に大きく貢献し、産業上使用する上での効果は極めて大きいものである。

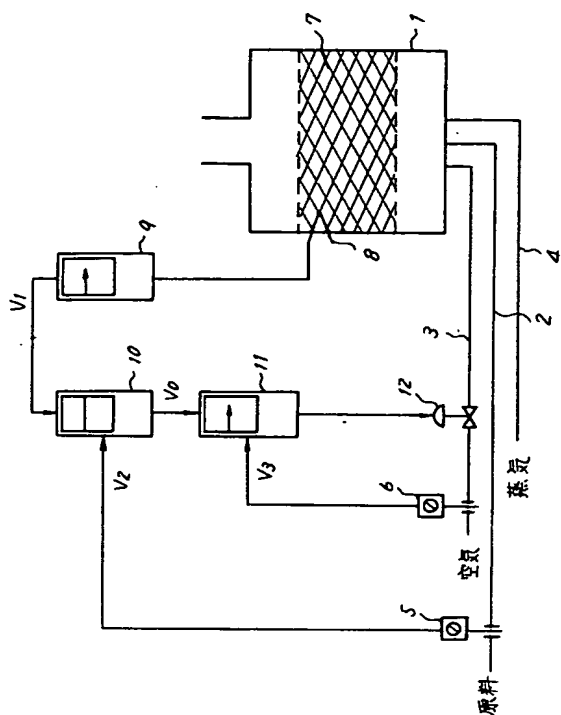
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は部分燃焼式ガス改質炉の従来の温度制御装置の構成図、第2図はその制御装置による原料流量-空気流量特性図、第3図および第4図は部分燃焼式ガス改質炉の原料流量-空気流量特性図および原料流量-(空気流量/原料流量)特性図、第5図は本発明の温度制御方法を実施するための温度制御装置の構成図、第6図はその原料流

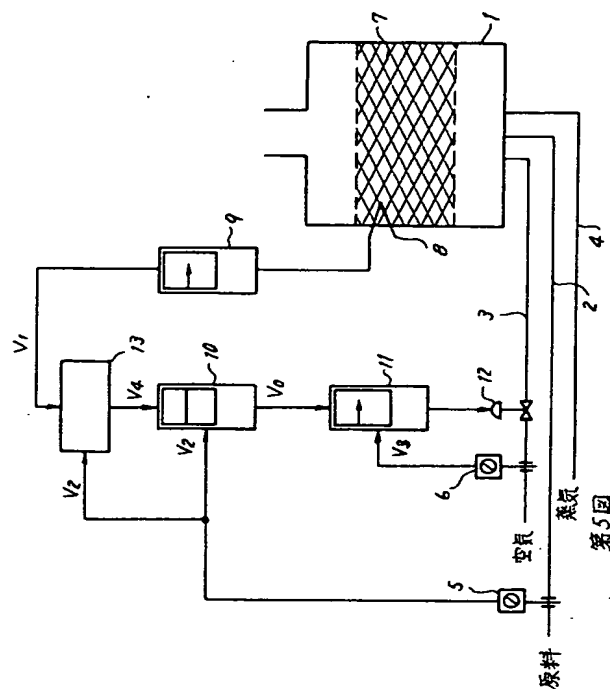
量-(空気流量/原料流量)特性図である。

1 …… ガス改質炉、2 …… 原料導管、3 …… 空気導管、4 …… 蒸気導管、5 …… 原料流量発信器、6 …… 空気流量発信器、7 …… 触媒層、8 …… 熱電対、9 …… 温度調節計、10 …… 比率設定器、11 …… 空気流量調節計、12 …… 弁、13 …… 演算器。

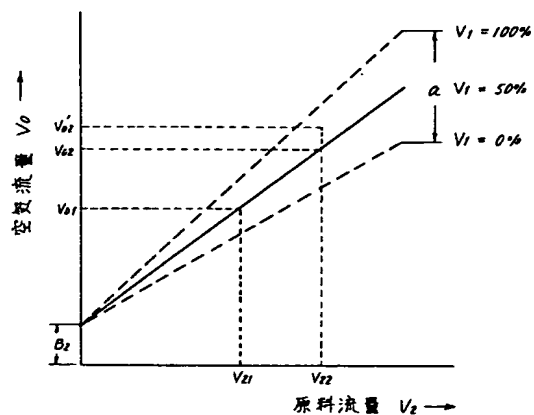
代理人弁護士 山口 巖



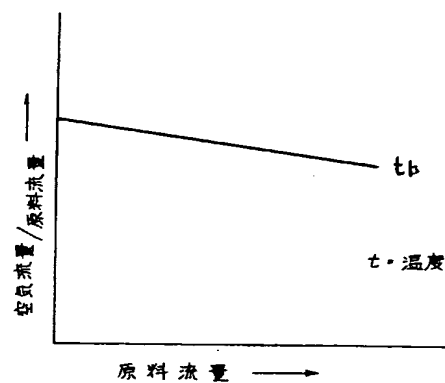
第1図



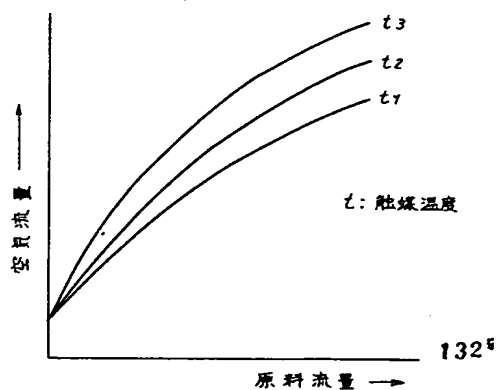
第5図



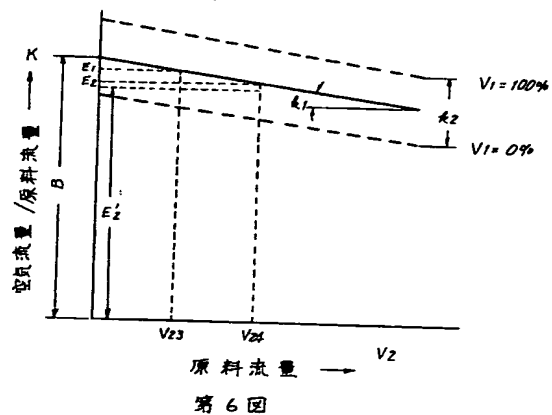
第2図



第4図



第3図



第6図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**